

**JP2000099767**

Publication Title:

EDUCATION SIMULATOR

Abstract:

Abstract of JP2000099767

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an education simulator for allowing a user to falsely experience a connection procedure by considering the characteristics of a real object at the time of executing an operation for connecting a virtual object to another virtual object. SOLUTION: Connection relation information 450 including an information for specifying the connection part and connection form of a virtual object is stored, a selection instruction and a displacement instruction about the virtual object are received, a virtual object definition information 440 is changed in accordance with the displacement instruction with respect to the selected virtual object, and the virtual object is displaced and displayed on a display screen 300. Since an input checking the characteristics of a real object is received at the time of receiving a displacement instruction, a connection procedure can be checked while paying attention to the characteristics of the object also in a virtual space similarly to a real space.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 6 T 17/40		C 0 6 F 15/62	3 i 0 K
G 0 6 F 17/50		C 0 9 B 9/00	Z
G 0 9 B 9/00		C 0 6 F 15/60	6 0 8 C

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-206333

(22) 出願日 平成11年7月21日(1999.7.21)

(31) 優先権主張番号 特願平10-205554

(32) 優先日 平成10年7月21日(1998.7.21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000233491

日立電子サービス株式会社  
神奈川県横浜市戸塚区品濃町504番地 2

(72) 発明者 羽原 貴明

神奈川県横浜市戸塚区品濃町504番地 2  
日立電子サービス株式会社内

(72) 発明者 大西 健太郎

神奈川県横浜市戸塚区品濃町504番地 2  
日立電子サービス株式会社内

(74) 代理人 10008/170

弁理士 富田 和子 (外1名)

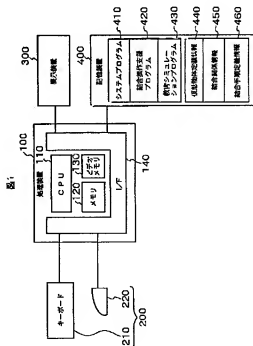
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 教育シミュレータ

## (57) 【要約】

【課題】 仮想物体を他の仮想物体と結合させる操作をする際に、実物の有する特性を考慮して、結合の手順を疑似体験させる教育シミュレータの提供。

【解決手段】 仮想物体の結合部位および結合形態を指定する情報を含む結合関係情報450を保持し、仮想物体についての選択指示をおよび変位指示を受け付け、仮想物体定義情報440を、選択された仮想物体に対する変位指示に応じて変更すると共に、当該仮想物体を画面300上で変位させて表示する。変位指示を受け付ける際に、実物の有する特性の確認入力を受け付けることで、仮想空間内でも実空間における場合と同様に、物体の特性に注意を払って結合手順を確認できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の部品を操作する手順を、仮想空間における仮想物体を用いてシミュレーションにより疑似体験させるための教育シミュレータにおいて、

前記仮想物体を表示する表示手段と、

前記表示されている仮想物体についての選択指示を受け付ける選択受付手段と、

前記選択されている仮想物体に対して、所定の操作を受け付ける操作受付手段と、

前記選択されている仮想物体について行うべき操作と関連付けられた付帯操作を受け付ける付帯操作受付手段とを、備え、

前記表示手段は、前記操作の結果を表示することを特徴とする教育シミュレータ。

【請求項2】 請求項1に記載した教育シミュレータにおいて、

前記付帯操作を当該仮想物体と関連付けて記憶する第1の記憶手段と、

前記第1の記憶手段を参照して、前記付帯操作受付手段によって受け付けられた付帯操作が、前記記憶されている付帯操作と一致するかどうかを判定する判定手段と、をさらに備えることを特徴とする教育シミュレータ。

【請求項3】 請求項1および2のいずれか一項に記載した教育シミュレータにおいて、

正しい操作の手順を記憶する第2の記憶手段と、前記第2の記憶手段を参照して、前記仮想物体操作受付手段によって受け付けられた操作が正しい操作であるかどうかを判別する判別手段と、

判別の結果、正しい操作でない場合には、正しい操作でないことを報知する報知手段と、を、さらに備えることを特徴とする教育シミュレータ。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか一項に記載された教育シミュレータにおいて、

前記判別手段は、前記操作が正しくない場合には、予め定めた特定の誤操作であるかどうかをさらに判別し、前記報知手段は、判別の結果、前記特定の誤操作である場合には、その旨を報知することを特徴とする教育シミュレータ。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか一項に記載された教育シミュレータにおいて、

前記仮想物体に対する操作が変位操作であって、他の仮想物体との結合操作を行う場合には、

前記仮想空間上で、当該仮想物体の変位後の位置から所定の範囲内に、前記他の仮想物体が存在するかどうかを判定する判定手段をさらに備え、

前記表示手段は、

判定の結果、前記他の仮想物体が所定の範囲内に存在する場合には、前記仮想物体と前記他の仮想物体を結合させた状態で表示することを特徴とする教育シミュレータ。

【請求項6】 請求項5に記載の教育シミュレータにおいて、

結合状態を表示するための動画像情報を予め記憶しておく第3の記憶手段をさらに備え、

前記表示手段は、

該当する操作が行われた場合には、前記第3の記憶手段を参照して動画像を表示することを特徴とする教育シミュレータ。

【請求項7】 複数の部品を組み立てる手順を、仮想空間における仮想物体を用いて疑似体験させるための教育用シミュレーション方法であって、

前記仮想物体を表示する表示ステップと、

前記仮想物体についての選択指示を受け付ける選択受付ステップと、

前記選択されている仮想物体について行うべき操作と関連付けられた付帯操作を受け付ける付帯操作受付ステップと、

前記選択されている仮想物体に対して、所定の操作を受け付ける操作受付ステップと、

前記操作の結果を表示するステップと、

を備えることを特徴とする教育用シミュレーション方法。

【請求項8】 請求項7に記載した教育用シミュレーション方法を実行するために必要なステップからなるコンピュータプログラムを記憶した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータグラフィックスにおける表示画像に対する処理操作技術に係り、特に、コンピュータグラフィックスを用いて物体の組立手順を学習させるシステムに好ましく適用することができる、仮想空間内の仮想物体の表示画面上での結合操作を支援する方法、システム、そのためのプログラムを記録した記録媒体、および、前記の方法を利用した教育シミュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、マルチメディア対応のパソコン、安価なネットワークの普及が進んだことより、3次元CG（コンピュータグラフィックス）を実行する環境を手軽に利用できるようになってきている。環境の整備に伴い、3次元CGを用いて、部品の組立等の、複数の物体を結合させる作業を疑似体験させることによって教育を行う教育シミュレータの開発が進められている。

【0003】このような教育シミュレータとしては、例えば、保守サービス員の教育における作業実習として、機器の組立を疑似体験させ、その手順を理解させるための教育シミュレータなどが考えられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の教育

シミュレータでは、例えば、ピンをピン孔に差し込む場合、ピンを示す画像要素(オブジェクト)を、ピン孔を有する仮想物体の画像要素(オブジェクト)の位置に正確に一致させると共に、ピン孔とピンの軸を合わせて、押し込む操作を行う必要があった。これは、正確な組立作業の疑似体験ができるとする利点がある。しかし、3次元CGにより表示されている仮想物体の位置および姿勢を他の仮想物体との関係で正確に指示することは、容易ではない。すなわち、仮想的なオブジェクトをマウス等で変位させつつ、画面上、すなわち、仮想空間内でこのような作業を行うことは、実物による組立作業に比べて、きわめて手間がかかるという問題がある。このため、部品の組立手順を体験させて学習させるという本来の目的の達成に支障をきたすことになる。

【0005】一方、ピンをピン孔に嵌合させたり、ボルトをネジ孔にねじ込むといった作業は、対象製品によらず共通の技能であるため、これについては、それぞれの製品において訓練する必要性が薄い。むしろ、組立技能として集中的に実物で訓練することが好ましい。

【0006】また、従来の教育シミュレータでは、実物による組立作業のときに、注意しなければならない当該実物が有する特性については考慮されていなかった。

【0007】本発明は、このような実情に鑑みてなされたもので、本発明の目的は、仮想物体を他の仮想物体と結合させる際、実物の有する特性を考慮した上で結合の操作を行い、部品の組立手順を疑似体験することができ、教育シミュレータを提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成するため、本発明の一形態によれば、複数の部品を操作する手順を、仮想空間における仮想物体を用いてシミュレーションにより疑似体験させるための教育シミュレータにおいて、前記仮想物体を表示する表示手段と、前記表示されている仮想物体についての選択指示を受け付ける選択受付手段と、前記選択されている仮想物体に対して、所定の操作を受け付ける操作受付手段と、前記選択されている仮想物体について行うべき操作と関連付けられた付帯操作を受け付ける付帯操作受付手段とを備え、前記表示手段は、前記操作の結果を表示することを特徴とする。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0010】本実施の形態は、例えば、3次元CG(コンピュータグラフィックス)疑似体験システムに適用することができる。この疑似体験システムは、実際の機器を利用して行う分解組立実習を、パソコンを利用して疑似体験するためのものであり、機器の分解組立、特に、組立の手順を保守員に理解させるためのシミュレーションによる教育に用いることができる。

【0011】また、本実施の形態では、CD-ROM等の記録媒体に記録されたプログラムとして提供されるプログラムをハードウェアシステムにインストールすることで仮想物体結合操作支援システムを実現している。もちろん、プログラムは、予めインストールしてあってもよく、また、必要の都度、インストールしてもよい。さらに、通信手段を介してプログラムの提供を受けることもできる。

【0012】図1は、本発明の仮想物体結合操作支援を実現するためのハードウェアシステムの構成を示す。図1に示す構成は一例であって、本発明を実現するためのハードウェアはこれに限定されない。

【0013】図1に示すシステムは、処理装置100と、入力装置200と、表示装置300と、記憶装置400とを有する情報処理システムである。この他に、プリンタ、通信制御装置等を接続することができる。また、CD-ROMリズ、FD(フロッピーディスク)駆動装置等を接続することができる。

【0014】処理装置100は、プログラムにしたがって情報処理を実行する中央処理装置(CPU)110と、CPU110が実行するプログラム、処理のためのデータ等を記憶するメモリ20と、表示のための画像を記憶するビデオメモリ30と、インタフェース140とを有する。この処理装置100は、例えば、コンピュータの本体で構成することができる。

【0015】入力装置200は、文字、記号等の打ち込み、機能の入力指示等を行うキーボード210と、位置選択、ドラッグ等の画面上での指示操作を行うための機器であるマウス220とを有する。もちろん、入力装置は、これに限定されない。

【0016】表示装置300は、画像表示を行うためのものであり、本実施の形態では、カラー表示可能なものを用いている。例えば、CRT、液晶ディスプレイ等を用いることができる。

【0017】記憶装置400は、読み書き自在の大容量の外部記憶装置として設けられる。例えば、ハードディスク装置で構成される。本実施の形態では、CPU110のプログラム、および、結合操作支援処理で用いるデータ、ならびに、教育シミュレータにおいて用いるデータ等を格納している。すなわち、システムプログラム410、結合操作支援プログラム420、教育シミュレーションプログラム430等をプログラムとして格納している。また、複数の仮想物体のそれぞれについて、仮想空間内での形状、位置および姿勢を定義する仮想物体定義情報440と、結合すべき仮想物体の結合部位および結合形態を指定する情報を含む結合関係情報450と、結合すべき複数の仮想物体間の結合手順を定義する結合手順定義情報460とを有する。

【0018】前記仮想物体定義情報440は、図2に模式的に示すように、結合対象となる複数の仮想物体(オ

プロジェクト)のそれぞれについての定義情報を格納する。例えば、各オブジェクトを識別するためのオブジェクトコード441、オブジェクトの名称442、形状443、位置444、姿勢445、属性446、結合操作を開始する位置447、および、各仮想物体についての結合関係情報とリンクするためのポインタ448が格納される。

【0019】なお、図2～図6および以下の説明では、図4(A)～図4(D)に示すように、ブロックAおよびBをポルトCで固定するという組立作業を想定する。ここで、図4(A)は結合すべき二つのブロックとポルトとを示す。図4(B)はブロックBの姿勢をブロックAの当接面と揃えた状態を示す。図4(C)はブロックAとBとを当接させた状態を示す。図4(D)はさらにポルトを装着した状態を示す。すなわち、図4(A)の状態から出発して、最終的には、図4(D)の状態とする結合操作を行う。

【0020】名称442としては、例えば、ポルトA、ブロックB、ブロックC等のように、ユーザ(操作者)が各仮想物体を特定しやすい名称が選定されて格納される。位置444は、各仮想物体について予め定められた基準点、例えば、重心等の仮想空間内の現在位置(仮想空間のワールド座標系でのアドレス)を示す。したがって、位置444は、仮想物体の単位と共に、書き替えられる。姿勢445は、当該仮想物体の仮想空間内でどのような状態で存在するかを定義する。このため、各仮想物体のローカル座標系と仮想空間のワールド座標系との関係を規定する。属性446は、仮想物体の表示色等を定義する。さらに、結合関係ポインタ448は、各仮想物体について定義される結合関係情報とのリンクを探るための情報が格納される。

【0021】形状443は、それぞれの仮想物体の形状を各仮想物体のローカル座標系で表すデータである。この形状データは、別の領域に格納し、ここでは、当該領域のポインタを格納する。前記形状データに関しては、例えば、図5に示すような情報が格納される。すなわち、形状データは、各仮想物体(オブジェクト)毎に、その形状を頂点および面による定義を有する。この形状データを用いて、当該仮想物体を画像化する。また、形状データには、結合部位を特定する部位コード、それに対応する頂点、および、例えば、面、孔等の当該部位についての属性が格納される。この結合部位コードにより、結合対象となる相互の仮想物体の結合部位、および、結合部位の形状が特定される。

【0022】また、結合開始位置447は、システムにおいて標準的に定めた値とすることができるほか、ユーザが適宜設定するようにしてもよい。また、仮想物体によって変えるようにしてもよい。例えば、変位させている仮想物体の先端部が、結合対象の仮想物体の結合部位の予め定めた角度範囲内、および、結合部位の延長線上

のいずれかにおいて、予め定めた距離、例えば、数画素程度に設定することができる。画素数を少なくすることで、仮想物体を接合対象とほとんど接触したと同様に見えるようにすることができる。もちろん、距離ゼロとすることもできる。

【0023】結合関係情報450は、例えば、図3(A)、(B)、(C)に示すように、各仮想物体ごとに定義され、互いに他の仮想物体との結合関係を定義する情報である。ここでは、図4に示される三つの仮想物体A、BおよびCについてそれぞれ用意される。結合関係情報としては、図3(A)、(B)、(C)に示すように、他の仮想物体との結合が行われる1または2以上の当該物体自身における結合部位451毎に、対応する他の仮想物体との結合関係、すなわち、結合対象情報452と、結合対象における結合部位の通知情報453と、どのような形態で結合するかを示す結合形態454と、現在の結合状態にあるか否かを示す結合状態455と、当該仮想物体と他の仮想物体とを結合した後、当該仮想物体を二次元画像として他の仮想物体上に表現するために用意される二次元画像の格納位置(図示せず)を示すポインタを格納する二次元画像456と、結合後の姿勢を規定する結合姿勢457とを含む結合関係情報が記憶される。対応する二次元画像データは、図示しない二次元画像データファイルに格納される。

【0024】結合姿勢457には、結合時にとるべき結合相手との相対的位置、方向を示す情報が格納される。この情報は、変位中の仮想物体が結合開始位置に到達した時に、変位中の仮想物体または結合対象を、結合後の相対位置、方向となるように変位させることに使用する。例えば、図4(A)では、ブロックAについて、ポルトCおよびブロックBのいずれかと結合する場合にも、「自姿勢」と指定されている。これは、ポルトCおよびブロックBとの結合後は、いずれについても、ブロックAの姿勢に従うことを示している。また、図4(B)では、ブロックBについて、ポルトCと結合する場合には「自姿勢」、ブロックAと結合する場合には「相手姿勢」と指定されている。これは、ポルトCとの結合後は、ブロックBの姿勢に従い、ブロックAとの結合後は、ブロックAの姿勢に従うことを示している。また、図4(C)では、ポルトCについて、ブロックA+Bと結合する場合には「相手姿勢」と指定されている。これは、ブロックA+Bと結合は、ブロックA+Bの姿勢に従うことを示している。

【0025】結合状態455には、現在参照されている仮想物体とその結合対象との結合状態のステータスを表す情報が格納される。ここで、「未結合」である場合には、結合操作が行われておらず、一方、「結合済」である場合には、結合操作が既に行われていることを示す。

【0026】前記結合対象情報452としては、結合対

象仮想物体を特定するためのコード452a、その仮想物体の名称452b、結合すべき部位452c、および、いずれを被せられて結合操作を行うかの区別を示す変位主体452dが規定される。ここで、変位主体が「自」とある場合には、現在参照されている仮想物体を結合対象として規定されている他の仮想物体に向けて変位させて結合操作を行うものであることを示している。一方、「他」は、この逆であって、結合対象として規定されている仮想物体を変位させて、現在参照されている仮想物体に結合する操作を行うことを示している。さらに、「自 他」は、いずれを変位させてもよいことを示している。

【0027】また、報知態様453は、結合対象の結合部位が、参照されている仮想物体に結合させるべき部位であることを示すために、表示態様を変更する場合に、その態様を記述する。本実施の形態では、表示色の変更と、点滅とを行うように規定してある。そのために、色453aの指定と、点滅453bのオンオフの指定とが記述される。なお、ここで規定されているのは、結合対象の表示態様であって、参照されている当該仮想物体自体についての表示態様ではない。もちろん、これとは逆に規定することも可能である。

【0028】例えば、図3(A)では、ブロックAが参照された場合について記述している。すなわち、ブロックAについては、部位A11とA20とが結合部位として規定され、それぞれについて結合対象との関係が記述される。

【0029】部位A11には、ボルトCが結合される関係にある。この場合、結合操作主体は、「他」であるから、ボルトCが主体となって操作が行われることを示している。また、報知態様は、ボルトが変位主体であるため、色453aは規定されず、また、「点滅」453bもOFFとなっている。さらに、結合形態454が貫通であることから、この部位A11については、このブロックAに対して、ボルトCの変位操作を行って、ボルトCを部位A11に貫通させる操作を行うことが記述されている。

【0030】部位A20には、ブロックBが結合される関係にある。この場合、結合操作主体は、「自 他」であるから、ブロックAおよびブロックBのいずれを主体として操作を行ってもよいことを示している。また、報知態様は、ブロックA自体が変位主体となり得るため、ブロックBについて、色453aが例えば「赤」規定され、また、「点滅」453bがONとなっている。さらに、結合形態454が当接であることから、この部位A20については、このブロックAをブロックBに対して、変位させる操作を行って、ブロックAの部位A20をブロックBの部位B30に当接させることが記述されている。

【0031】図3(B)は、ブロックBが参照された場

合について記述している。すなわち、ブロックBについては、部位B11とB30とが結合部位として規定され、それぞれについて結合対象との関係が記述される。接合部位と接合対象とが異なる他は、ブロックAの場合と同じである。

【0032】図3(C)は、ボルトCが参照された場合について記述している。すなわち、ボルトCについては、部位C10が結合部位として規定され、それについて結合対象との関係が記述される。ボルトCの場合、ブロックAおよびBを組み立てたものを、ボルトCで固定することを想定しているため、結合対象が、図3(C)に示すように、ブロックA+Bとなっている。また、直接表に出る結合面がブロックAであるため、その結合部位A11の表示態様が、赤とされ、また、点滅表示がONとされている。さらに、ボルトCについては、結合後、ブロックAの結合部位A11に当該ボルトCの二次元画像を貼り付ける構成となっている。そのため、二次元画像456において、二次元画像が格納先アドレス(図4(C)では\*\*\*で示す)が格納される。

【0033】結合手順定義情報460は、図6に示すように、結合すべき仮想物体について、その結合の手順を示す情報を格納している。すなわち、手順461、仮想物体コード462、仮想物体名称463、操作464の各項目が規定されている。ここでは、仮想物体のコードを用いて、結合関係を定義し、結合したものに、さらに他の仮想物体を結合することについて、順次規定している。

【0034】このようにして構成される本実施の形態のシステムは、複数の仮想物体を表示画面上に三次元的に表示すると共に、いずれかの仮想物体を他の仮想物体と結合する操作を支援する。このシステムにおいては、前記記憶装置400およびメモリ120により、複数の仮想物体のそれぞれについて、仮想空間内での形状、位置および姿勢を定義する仮想物体定義情報、および、結合すべき仮想物体の結合部位および結合後の状態を指定する情報を含む結合関係情報を記憶する記憶手段が構成される。また、CPU110、ビデオメモリ130および表示装置300により、仮想物体定義情報に基づいて、各仮想物体を表示装置300の表示画面上に三次元的に表示する表示手段が構成される。また、入力装置200とCPU110とにより、表示されている仮想物体についての選択指示を受け付けると共に、変位指示を受け付ける受付手段が構成される。さらに、CPU110により、選択された仮想物体に対する変位指示に応じて前記仮想物体定義情報を参照して判定する判定手段とを構成する。

【0035】本実施の形態においては、前記表示手段は、仮想物体定義情報の変更に応じて当該仮想物体を画面上で変位させて表示し、判定手段によって、該当する結合対象仮想物体の結合すべき部位が存在すると判定されたとき、前記仮想物体定義情報および結合関係情報を参照して、前記選択された仮想物体および結合対象仮想物体を結合した後の状態で表示画面に表示する。

【0036】また、本実施の形態では、前記表示手段は、前記選択された仮想物体が、当該仮想物体が結合されるべき結合対象仮想物体の結合部位における凹部に収容される形状を有する場合において、当該選択された仮想物体が結合対象仮想物体の結合部位の凹部に収容された後に表面に現われるべき面を二次元的に示す画像を、結合対象仮想物体の結合部位表面に貼り付けて、前記選択された仮想物体および結合対象仮想物体を結合した後の状態で表示画面に表示する。

【0037】次に、本実施の形態の動作について、前記各図の他、図7～図9を参照してさらに詳細に説明する。なお、ここでの動作は、図4(A)～図(D)に示すブロックAとBとを当接させて、ボルトCで連結固定する作業を例として説明する。CPU110は、仮想物体定義情報を読み出して、仮想物体を表示装置300の表示画面上に立体的に表示する(ステップ1100)。その上で、いずれかの仮想物体について入力装置200、特に、マウス220により指示する操作があるかを調べ、指示がなければ、ステップ1900に進む。一方、指示がある場合には、当該指示された仮想物体について、仮想物体定義情報の該当する仮想物体に関する結合関係ポイント448を参照して、結合関係情報を検索する(図3(A)参照)。その結果、結合部位と共に、結合対象を求める(ステップ1300)。ここでは、例えば、ブロックAが指示されたものとする。この場合には、ブロックAと結合すべきは、ブロックBとボルトCであることが結合情報によりわかる。ただし、変位主体452dによれば、ボルトCに対しては、ブロックAは変位主体ではない。一方、ブロックBに対しては、ブロックAは、変位主体となり得る。そこで、ここでは、現在参照されているブロックAに対する結合対象として、ブロックBを抽出する。

【0038】次に、図3(A)に示す報知態様453によると、結合対象のブロックBの結合部位B30を、赤色に表示すると共に、点滅表示することが指定されている。そこで、CPU110は、報知態様453に示す態様で、ブロックBの結合部位を表示する(ステップ1400)。

【0039】ここで、変位している仮想物体変位方向の指定範囲内に、当該変位している仮想物体を結合すべき結合対象仮想物体の結合すべき部位が存在すると判定された場合に、変位している仮想物体がその状態にあることを報知するための信号を出力してもよい。すなわち、

仮想物体が結合対象の仮想物体に近接したことを走者者に報知するため、その信号を用いて、図示しない音響装置から音響を発したり、表示装置において、何らかの表示を行うようにしてもよい。これにより、操作者に注意を喚起することができる。

【0040】次に、CPU110は、ブロックAを変位させるための処理を実行する(ステップ1500)。変位処理は、マウス220で対象のブロックAについてのドラッグ操作として受け付ける。そして、このドラッグ処理が途中で解除されると、変位処理が解除されると(ステップ1600)、その位置にブロックAが表示される。また、変位処理が解除されない限り(ステップ1600)、結合開始位置に達したかを判定する(ステップ1700)。結合開始位置に達したか否か、図2に示す仮想物体定義情報における結合開始位置447と、現在位置とを比較して判定する。

【0041】変位しているブロックAが結合開始位置に達したとき、すなわち、ブロックAがブロックBに近接したとき、CPU110は、結合形態454を参照して、ブロックAおよびブロックBが結合した状態、すなわち、当接した状態を描画して表示する(ステップ1800)。

【0042】そして、終了の指示があるかを調べ、終了指示がなければ、前記ステップ1200に戻って、終了が指示されるまで、以降の処理を繰り返す(ステップ1900)。

【0043】前述の例では、まず、ブロックAとブロックBとが当接された状態とされる。そこで、次に、ユーザがマウス220で、ボルトCを指定したとする。CPU110は、上述したと同様に、ボルトCに関する結合関係情報を参照して、結合対象と、その状態とを検知する。すなわち、この場合には、ブロックA+Bが結合対象であり、ブロックAの部位A11が結合対象部位であって、その部分の表示が赤とされ、点滅表示されることとなる。そして、ボルトCが結合開始位置に達すると、後述するように、結合後の仮想物体を生成して表示する。ただし、二次元画像が用意されている場合には、二次元的貼り付けを行う。

【0044】したがって、画面でマウス220を操作しているユーザには、ブロックAをブロックBの側面に向けて変位させると共に、変位操作を行うことで、組立の指示を実現することができる。その上、一方の仮想物体が他方の仮想物体に対して、厳密な位置決めをすることなく、一定の範囲内に近接するだけで結合したこととなり、後は、システム側で結合後の画像を表示するので、位置決め、姿勢決め等の手間がかり、なかなか思う通りに位置決めできない作業をシステムが行うことで、組み立て操作が容易に行えるようになる。

【0045】次に、変位処理について、図8を参照して、さらに詳細に説明する。

【0046】CPU110は、まず、指定されている仮想対象（前述の説明では、ブロックA）の現在位置を捕捉する（ステップ1501）。これは、マウス220によって指示されるカーソル（図示せず）の表示画面で表現される仮想空間における位置を算出することにより求める。捕捉した現在位置と、図2に示す仮想物体定義情報の位置444に規定される現在位置とを比較して、変化があるかを判定する（ステップ1502）。変化がある場合には、前記位置444を更新する（ステップ1503）。また、ブロックAを現在位置に変位させて表示する（ステップ1504）。変化がない場合には、ステップ1505に進む。

【0047】次に、ブロックAについて、姿勢変更操作があるかを判定する（ステップ1505）。姿勢変更操作は、例えば、変位の対象となっている仮想物体の端部を特定方向にドラッグすることで、対象の仮想物体を回転させる等の操作を行えるものとする。ここで、姿勢変更操作がある場合には、前記仮想物体定義情報の姿勢445を更新する（ステップ1506）。そして、変更された姿勢の状態で当該仮想物体を表示する（ステップ1507）。

【0048】以上により、変位処理を終了する。本実施の形態では、姿勢変更操作も行うこととしているが、単に組立手順を違うのみの場合には、姿勢は問わないこととして、姿勢変更に関する処理を省略することができる。

【0049】次に、結合表示処理の詳細について、図9を参照して説明する。本実施の形態では、凹部を有する仮想物体に、当該凹部に他の物体を嵌め込む等の場合には、二次元画像を貼り付けることで、描画を省略する方式となっている。もちろん、本発明は、これに限定されない。

【0050】CPU110は、まず、変位対象となっている仮想物体が、結合対象となっている仮想物体の凹部への結合であるかを判定する（ステップ1801）。この判定は、仮想物体定義情報における結合部位の属性によって、判定することができる。例えば、ボルトCとの結合では、ボルトCをブロックAの孔に貫通させる異なるため、ここにより、凹部への結合に相当する。凹部への結合の場合、二次元画像があるかを結合関係情報の二次元画像456を参照して調べる（ステップ1802）。二次元画像が用意されている場合には、そのポイントが示す格納先から二次元画像を読み出して、該当する結合部位に貼り付ける（ステップ1803）。そして、二次元画像化された仮想物体の表示を消去する（ステップ1804）。一方、凹部を有しない場合、二次元画像が用意されていない場合には、それぞれ、結合後の仮想物体の画像を描画する（ステップ1805）。

【0051】そして、結合関係情報の結合状態455を「未結合」から「結合済」に変更する（ステップ180

6）。これにより、以後、結合された仮想物体は、一つの物体として取り扱われる。この場合、いずれの物体を主体とするかは、予め定めておく。本実施の形態では、ブロックAとBとの結合については、ブロックAを主体として定めている。したがって、ボルトCとの関係では、ブロックAについて、報知態様の設定が行われる。

【0052】このように、二次元画像を用いることで、一の仮想物体が他の仮想物体の凹部に収容され、表面には、ある面のみが表れるに過ぎない場合における描画処理を簡易化して、システムに対する描画の負荷を軽減することができる。

【0053】次に、本発明を物体組立のための教育シミュレーションに適用した場合について説明する。

【0054】この場合、実現するためのハードウェア資源は、図1に示すシステムと同じでよい。図1に示すシステムの場合、記憶装置400に教育シミュレーションプログラムが格納されているので、これをそのまま用いることができる。

【0055】この教育シミュレーションプログラムは、操作者に対して、組立手順をガイドしたり、誤った処理の受け付けを拒否したり等の処理を行う。そのために、CPU110は、例えば、図6に示す手順を表示装置300の表示画面に表示したり、手順を見せずに、正しい手順にしたがって結合操作をしたかを判定する等の動作を行う。

【0056】したがって、本発明による教育シミュレータは、上述したように、一の仮想物体を結合すべき他の仮想物体に近接させるだけで組立の指示が行える。しかも、その状態で、結合後の仮想物体が表示される。したがって、ある仮想物体を他の仮想物体に結合するための具体的な技術的な操作を行うことを省略することができる。このため、組立手順を習得する際の操作者の操作の負担が軽くなるという効果がある。

【0057】以下、本発明を物体組立のための教育シミュレータに適用した場合の他の実施形態について説明する。

【0058】ハードウェア資源は図10に示す様に、図1に示すシステムに以下の構成を追加したものでよい。すなわち、記憶装置400には、教育的な指導をする場合に必要となる各物体の属性等を記憶した教育用特性情報470と、操作者の操作記録を履歴として記憶する操作履歴情報480と、統計データを格納する統計情報データベース490とをそれぞれ記憶する領域と、操作履歴情報480を基に統計処理を行う統計処理プログラム510および処理を行う処理プログラム520とさらに有する。システムプログラム410中には、計時機構を実現するためのプログラムを含み、計時機構はCPU110上で常時動作している。結合関係情報450中の二次元画像456のリンク先には、本実施形態では動画情報を記憶しておく。



【0059】教育用特性情報470には、実空間における現実の物体に関する特性が、当該現実の物体と対応する仮想物体に関連付けて記憶されている。例えば図11に示すように、教育用特性情報470は、各仮想物体ごとに各仮想物体のオブジェクトコード471、作業時に注意しなければならない特性である作業特性472、作業特性472に対応する確認フラグ473、および時間経過によって変化する物体の属性である時間特性474を含んでいる。

【0060】作業特性472は、重量や、取り扱い方法に関する特性などが含まれる。例えば、重量が100kgを超えるような物体(オブジェクトコード0001)は、通常1人持ち上げることはできないので、何らかのツールが必要である。また、静電気に弱い電子部品(オブジェクトコード0110)を取り扱うときには、静電気対策として専用の帯電防止手袋と帯電防止靴の着用が義務付けられる。このような、ツールを取りに行ったり、手袋や靴を着用することは、本来の操作に付随する付帯操作である。そして、この付帯操作の種類を示す作業上留意すべき属性を、作業特性472として、それぞれ「100kg超」、「静電気」と予め記憶しておく。ここで、付帯操作は、本来の操作の前に行うものを示したが、これに限られず、例えば、本来の操作の後に行う確認作業等を含むことはもちろんである。

【0061】確認フラグ473は、操作者が仮想物体を取り扱うときに、それぞれの作業特性472を知っている、作業時にその特性に注意を払っている事を示すもので、仮想物体に対する操作をする前に確認入力を行うと立つフラグである。上記の例では、例えば、オブジェクトコード0001の仮想物体を持ち上げるときには、表示画面上に表示されているツールバー(図示しない)からジャッキ等の重いものを持ち上げるときに利用できるツールを選択した時にフラグが立つ。また、オブジェクトコード0110の仮想物体を取り扱うときには、ツールバーから帯電防止靴と帯電防止手袋を選択した時にフラグが立つ。

【0062】時間特性474は、外部から何も働きかけなくても、時間経過によって物体が変化する特性のことである。例えば、常温で放置すると溶け出すような物体の時間特性は、「溶けやすい」とこと、状態が変化し始める時間を記憶しておく。例えば、5分経過すると溶け出す性質を持つオブジェクトコード0111の物体には、「溶けやすい(5分)」と記憶しておく。この場合、仮想物体が溶け出したときの形状データを、正常時の形状データとリンクさせて記憶しておく。

【0063】重大ミス475は、人身事故などの大事故につながるような、決してしてはならない致命的なミスを予め記憶しておく。

【0064】なお、作業特性472、確認フラグ473および時間特性474は、図11の例では2つずつ、重大ミス475は1つだけ、それぞれ領域を設けている

が、その数は任意に設定可能であることはもちろんである。

【0065】操作履歴情報480は、操作者の操作履歴を記憶するためのものである。その内容は、例えば、図12に示すように、操作内容481、変位データ482、当該操作を行った時刻483、および操作を行った操作者484を1レコードとして構成される。操作者が操作を行う毎に、操作履歴情報480には履歴レコードが1ずつ追加される。操作履歴情報480には、正常操作のみならず、誤操作(エラー)の履歴も記録される。また、操作履歴のうち、特に本シミュレータを起動したときの開始時刻を含む履歴情報を開始情報480aとし、終了時刻を含む履歴情報を終了情報480bとしてそれぞれ記憶する。操作者484は、全履歴レコードに操作者の識別情報を記憶しても良いが、開始情報480aと終了情報480bにのみ記憶することとしてもよい。変位データ482は、操作者によって入力された操作が「変位」であったとき、変位の内容を入力前後の座標データからなるベクトル情報として記憶される。さらに、本シミュレータを起動中の任意の時点で、しおり情報480cの設定が可能であり、しおり情報480cも操作履歴情報480に記憶される。しおり情報480cの詳細については後述する。

【0066】統計情報データベース490は、例えば、図13に示すように、作業時間頻度分布表491とエラー頻度分布表492とを含む、統計処理プログラム510の処理結果を記憶する。作業時間頻度分布表491には、作業時間491aと頻度491bとを含む、エラー頻度分布表492には、エラー種類492aと頻度492bを含む。

【0067】統計処理プログラム510は、操作履歴情報480に格納された履歴情報に基づいて、統計処理を行う。

【0068】しおり処理プログラム520は、本シミュレータを起動中の任意の時点で、しおり情報480cを設定する処理と、しおり情報480cが設定された時点で戻る戻り処理を行う。

【0069】次に、この教育用シミュレータの動作について、仮想物体の結合操作を例にとり、図11〜図15を参照して説明する。

【0070】本シミュレータを起動すると、まず、初期設定処理が実行される(ステップ200)。初期設定処理では、CPU110は、操作者の氏名またはID等個人を識別する情報が入力を受け付け、さらに、計測機構から現在時刻を取得して、操作履歴情報480に開始情報480aを格納する。初期設定が終わると、CPU110は、仮想物体定義情報を読み出して、仮想物体を表示装置300の表示画面上に表示する(ステップ210)。次に、時間特性474を有する仮想物体について、形態変更表示処理を実行する(ステップ220

0)。ここで、しおり入力があったかどうかを調べる(ステップ2300)。しおり入力であったときは、しおり処理3700を行う。次に、いずれかの仮想物体について入力装置200により指示する操作があるか調べ、指示がなければステップ3900に進む。一方、指示がある場合には、当該指示された仮想物体について、作業特性472の確認入力があるか調べ、確認入力があれば、ステップ2700に進む。確認入力がある場合には、当該確認入力正しいかどうかを判定し、正しい場合には教育用特性情報470の該当する仮想物体に関する作業特性472に対応する確認フラグ473にフラグを立てる。正しくない場合には、確認入力エラー情報480eとして操作履歴情報480に記憶する(ステップ2600)。

【0071】ここで、例えば、オブジェクトコード0001(ブロックA)が指示されたとする。ブロックAは作業特性472から、100kgを超える重量のものであることがわかる。したがって、実空間における実際の作業ではブロックAを持ち上げるためにツールが必要である。そこで、仮想空間上では、操作者が確認入力として、ツールバーからジャッキ等を選択すると、当該仮想物体の当該作業上特性472に対応する確認フラグ473にフラグが立てられる。

【0072】次に、操作者の入力が入力入力かどうかを調べ、入力入力でない場合はステップ2500へ戻り、これ以降の手順を繰り返す。入力入力である場合は、当該仮想物体に関するすべての作業特性472に対して確認入力がかされ、確認フラグ473が設定されているかどうかを調べる(ステップ2800)。設定されるべきフラグのうち、一つでも未設定のフラグがあれば、当該フラグに対応する未確認である作業特性472を未確認特性情報480dとして操作履歴情報480に格納する(ステップ3500)。

【0073】ここで、未確認特性がある場合には、その旨を示すメッセージを出力して、変位入力は受け付けない構成としても良い。その場合、メッセージ出力後、ステップ3900へ進む。

【0074】すべての確認フラグ473が設定済みであった場合、および、未確認特性を格納した後、CPU10は変位入力を受け付け、仮想物体を画面上で変位させるための処理を実行する(ステップ2900)。変位処理の詳細な手順は、すでに説明した図8に示す手順と同様である。変位操作が解除されるまで(ステップ3000)、変位処理が繰り返される。

【0075】変位操作が解除されると、変位後の位置の仮想物体に、近接する他の仮想物体があるかどうかを調べる(ステップ3100)。他の仮想物体がない場合は、結合する相手の仮想物体の特定ができないので、ステップ2300まで戻り、これ以降の処理を繰り返す。一方、近接する他の仮想物体がある場合は、その近接す

る他の仮想物体が結合対象の仮想物体と判断される。そして、その仮想物体との結合が正しい操作であるかどうかを仮想物体定義情報440の結合関係ポイント448を参照して、結合関係情報450を調べる(ステップ3200)。結合対象仮想物体が正しくない場合は、エラー処理(ステップ3600)を行って、ステップ3800へ進む。正しい場合には、その操作が正解であることを意味する信号を出力する(ステップ3300)。この信号により、例えば、図示しない音響装置から正解を表す音響が出力される。そして、CPU110は、結合処理表示を行う(ステップ3400)。

【0076】そして、操作者が行った操作内容とその時刻を操作履歴情報480に格納し(ステップ3800)、終了の指示があるか調べる。終了指示がなければ、前記ステップ2300に戻り、終了が指示されるまで、以降の処理を繰り返す(ステップ3900)。終了指示があったときは、終了情報480bを操作履歴情報480に格納して終了する(ステップ4000)。

【0077】前述の例では、ブロックAの確認フラグは設定されているので、変位入力があった場合には、その入力は受け付けられる。さらに、ブロックAとブロックBを当接させる処理が正しい処理である場合に、操作者が仮想空間上でブロックAをブロックBに近接する位置に変位させたとき、正解を表す音響が出力され、結合後の状態が表示画面上に表示される。そして、ブロックAとブロックBの当接という操作が、操作履歴情報480に格納される。

【0078】次に、形態変更表示処理2200について、図16を参照して、詳細に説明する。

【0079】CPU110は、計時機構から現在の時刻を取得し、操作履歴情報480を参照して、当該処理の開始時刻からの経過時間を求める(ステップ2210)。教育用特性情報470の時間特性474を参照して、現在表示されている物体について、時間経過に対応して形態が変化する物体があるかどうかを調べる(ステップ2220)。当該特性を有する物体がある場合は、仮想物体定義情報440を参照して当該物体の形態を変更して表示し(ステップ2230)、形態変更表示処理を終了する。形態変更表示が必要な仮想物体がない場合は、そのまゝ何もせずに形態変更表示処理を終了する。

【0080】ここで、例えば、オブジェクトコード0011の物体は、溶けやすいという時間特性を有する。シミュレータを起動して5分経過した場合には、現在表示されている形状データからリンクをたどって、溶け出した状態の形状データを形態変更表示する。

【0081】次に、結合表示処理3400について、図17を参照して、詳細に説明する。

【0082】CPU110は、現在行われた操作に対応する動画情報があるかを結合関係情報450の二次元画像456を参照して調べる(ステップ3410)。動画

情報が用意されている場合には、そのポインタが示す格納先から動画情報を読み出して、新たなウィンドウを開き、該当する結合部位で動画として再生表示する(ステップ3420)。そして、動画表示終了後に結合後の仮想物体の画像を描画(ステップ3430)、結合関係情報の結合状態45を「未結合」から「結合済」に変更する(ステップ3440)。ここで、動画を表示するウィンドウの大きさを任意に変更することが可能で、動画の再生速度も変更可能に構成してもよい。このような構成とすることで、シミュレータ上では体験できないような実際の作業について、その様子を見て学習することができる。

【0083】例えば、ブロックAとブロックBにボルトCを組合わせる処理の場合、ボルトCが回転しながらブロックAとブロックBに入っていく様子を動画情報として予め記憶しておいて、これを再生表示する。また、あまり一般的でない道具を使った作業の様子を動画像として記憶しておいて、再生してもよい。

【0084】次に、エラー処理3600について、図18を参照して、詳細に説明する。

【0085】CPU110は、教育用特性情報470を参照して、仮想物体に対して行われた操作が重大ミス475であるかどうかを調べる(ステップ3610)。重大ミス475であった場合には、重大ミスであることを示す信号が出力され、図示しない音響装置から重大ミスを表す音響、例えば大音響の爆発音が発せられる(ステップ3620)。そして、重大ミスであることを示すメッセージおよび正しい操作を表示画面に出力し、エラー処理を終了する(ステップ3630)。一方、行われた操作が重大ミス475でなかった場合には、通常のミスであることを示す信号が出力され、図示しない音響装置から通常ミスを表す音響が発せられる(ステップ3640)。そして、通常のミスであることを示すメッセージおよび正しい操作を表示画面に出力し、エラー処理を終了する(ステップ3650)。

【0086】次に、しおり処理3700について、図12および19を参照して、詳細に説明する。

【0087】まず、CPU110はしおりを設定するのか、設定済みのしおりを利用するのかの入力を受け付ける(ステップ3710)。操作者がしおりの設定を入力した場合は、CPU110は、操作履歴情報480にしおり情報480cのコードを格納し、しおり処理を終了する(ステップ3760)。一方、操作者がしおりの利用を入力した場合は、CPU110は設定済みのしおり情報480cがあるかどうかを、操作履歴情報480を検索して調べ、設定済みのしおり情報480cがない場合はしおり処理を終了する(ステップ3720)。設定済みのしおりがある場合は、すべてのしおり情報480cについて、それらのしおり情報480cが設定された直前に行われた処理の内容の一覧が表示される(ステッ

プ3730)。そして、その一覧表示された操作の中から操作者が一つを選択すると、CPU110は操作履歴情報480を参照して、当該処理を行直前の状態まで戻り処理を行う(ステップ3740、3750)。戻り処理は、操作履歴情報480に格納されている操作履歴の内容を、一つずつ逆処理を行うことで、所望のしおり情報480cが設定されている状態を回復する。

【0088】このしおり処理3700により、操作者は任意の時点ですりおりの設定が可能となり、いつでも、しおりを設定した状態に戻ることができる。したがって、ある時点以降の操作手順だけを確認したい場合に、操作手順を最初から繰り返さなくてもよく、シミュレータの利便性が向上する。

【0089】以上、説明したように、本教育シミュレータでは、現実の作業時に注意すべき事項も含めたシミュレーションを可能とし、大きな教育的効果をあげることができる。また、操作者自身が、自分の行った操作が正しい操作かどうか容易にわかり、かつ、誤りであったときには、正解の操作を含むエラーメッセージが出力されるので、この点でも教育的効果が大い。

【0090】次に、本教育シミュレータの有する統計処理機能について、図12および図20～25を参照して、詳細に説明する。統計処理機能としては、作業時間分析と、エラー操作分析と、未確認操作分析と、操作者別分析とを備える。

【0091】作業時間分析では、操作履歴情報480から、開始情報480aと終了情報480bのレコードのペアを抽出する(ステップ5100)。抽出された開始情報480aの開始時刻と終了情報480bの終了時刻とから、作業に要した時間を算出する(ステップ5200)。ここで算出した作業時間は、図示しない一時記憶用のメモリに記憶しておく。すべての開始情報480aと終了情報480bのペアを抽出しているかどうかを調べ、未抽出のペアがある限り上記処理を繰り返す(ステップ5300)。すべてのペアについて、作業時間を算出した後、一時記憶用のメモリを参照して、作業時間の分布および作業時間の平均値を算出する(ステップ5400、5500)。そして、作業時間の分布を作業時間分布表491に保存した後、ヒストグラムおよび平均値を、例えば、図23に示すように画面にして表示装置に表示する(ステップ5600、5700)。

【0092】エラー操作分析では、操作履歴情報480に記憶された履歴情報から、すべてのエラー操作の履歴を抽出して、エラー操作の種類毎にエラー回数をカウントし、度数分布を作成する(ステップ6100、6200)。分析結果をエラー頻度分布表492に保存した後、当該結果を表示装置に表示する(ステップ6300、6400)。例えば、結果表示では、図24に示すように当該エラー回数を多い順に表示する。これにより、操作者が間違えやすい箇所の把握が容易にできる。

さらに、この分析結果を次期製品の開発に活用することもできる。

【0093】未確認特性分析では、操作履歴情報480に記憶された履歴情報から、すべての未確認特性情報470dを抽出して、未確認特性の種類別にレコードの数をカウントし、度数分布を作成する(ステップ7100、7200)。分析結果を未確認特性分布表493に保存した後、当該結果を表示装置に表示する(ステップ7300、7400)。例えば、結果表示では、図2に示すように当該未確認の回数が多い順に表示する。これにより、操作者が忘れやすい物体の特性の把握が容易にできる。

【0094】操作者別分析では、上記3つの分析を操作者別に行う。

【0095】以上、説明したように、教育シミュレータに統計分析処理機能を有することにより、操作者の操作履歴を分析して、操作者が間違えやすい箇所を把握でき、その間違いの原因をさらに分析することで、組み立ての手順や方法等に内在する問題点の抽出が可能となる。また、操作者別分析することで、操作者毎に作業の習熟度合いを把握でき、さらにトレーニングが必要な要員を的確に抽出できる。

【0096】また、以上の説明では組み立て操作を例に取り説明したが、同じ構成を用いて、反対の手順を行えば分解操作が可能であることももちろんである。

【0097】

【発明の効果】本発明によれば、仮想物体を他の仮想物体と結合させる際に、実物の有する特性を考慮した上で結合の操作を行い、実物で行う場合と同様な組立手順を疑似体験することができ。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の仮想物体の結合操作支援方法を実現するためのハードウェアシステムの構成を示すブロック図。

【図2】 本発明において用いられる仮想物体定義情報のデータ構造の一例を模式的に示す説明図。

【図3】 (A)は結合関係情報の一例としてブロックAについて示す説明図、(B)は結合関係情報の一例としてブロックBについて示す説明図、(C)は結合関係情報の一例としてブロックCについて示す説明図。

【図4】 (A)は結合すべき二つのブロックとボルトとを示す斜視図、(B)はブロックBの姿勢をブロックAの当接面と揃えた状態の斜視図、(C)はブロックAとBとを当接させた状態を示す斜視図、(D)はさらにボルトを装着した状態を示す斜視図。

【図5】 仮想物体定義情報に含まれる形状定義情報のデータ構造の一例を模式的に示す説明図。

【図6】 仮想物体の結合手順を規定するデータ構造の一例を模式的に示す説明図。

【図7】 本発明の仮想物体結合操作支援の処理の流れを示すフローチャート。

【図8】 仮想物体結合操作の際に行なわれる仮想物体の変位処理の詳細な手順を示すフローチャート。

【図9】 仮想物体を結合させた後の表示処理についてのフローチャート。

【図10】 本発明の教育シミュレータを実現するためのハードウェアシステムの構成を示すブロック図。

【図11】 教育用特性情報のデータ構造の一例を模式的に示す説明図。

【図12】 操作履歴情報のデータ構造の一例を模式的に示す説明図。

【図13】 統計情報データベースのデータ構造の一例を模式的に示す説明図。

【図14】 教育シミュレータの処理の流れを示すフローチャート。

【図15】 教育シミュレータでの処理の流れを示すフローチャート。

【図16】 教育シミュレータで行われる形態変更表示の詳細な手順を示すフローチャート。

【図17】 教育シミュレータで行われる結合表示の詳細な手順を示すフローチャート。

【図18】 教育シミュレータで行われるエラー処理の詳細な手順を示すフローチャート。

【図19】 教育シミュレータで行われるしおり処理の詳細な手順を示すフローチャート。

【図20】 教育シミュレータで行われる作業時間分析の詳細な手順を示すフローチャート。

【図21】 教育シミュレータで行われるエラー分析の詳細な手順を示すフローチャート。

【図22】 教育シミュレータで行われる未確認特性分析の詳細な手順を示すフローチャート。

【図23】 教育シミュレータで行われる作業時間分析の結果の表示画面。

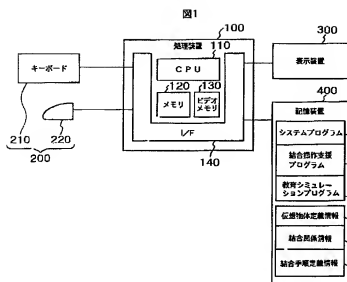
【図24】 教育シミュレータで行われるエラー分析の結果の表示画面。

【図25】 教育シミュレータで行われる未確認特性分析の結果の表示画面。

【符号の説明】

100…処理装置、110…中央処理装置(CPU)、120…メモリ、200…入力装置、210…キーボード、220…マウス、300…表示装置、400…記憶装置、410…システムプログラム、420…結合操作支援プログラム、430…教育シミュレーションプログラム、440…仮想物体定義情報、450…結合関係情報、460…結合手順定義情報、470…教育用特性情報、480…操作履歴情報、490…統計情報データベース、510…統計処理プログラム、520…しおり処理プログラム。

【図1】



【図5】

図 5

オブジェクト名称
オブジェクトを構成する頂点の数n
頂点1 (x, y, zの座標)
頂点2
...
頂点n
オブジェクトを構成する面の数m
面1を構成する頂点の数 頂点番号 頂点番号
面2を構成する頂点の数 頂点番号 頂点番号
...
面mを構成する頂点の数 頂点番号 頂点番号
結合部位置P
対応コード A 10 対応頂点 属性 面
...
A 21 対応頂点 属性 面

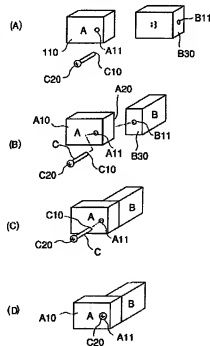
【図2】

図2

441	442	443	444	445	446	447	448
拡張物体コード	名称	形状	位置	姿勢	属性	結合部位置	結合部属性
0001	ブロックA						
0002	ブロックB						
0003	ボルトC						
a							

【図4】

図 4



【図6】

図6

451	452	453	454
手順	拡張物体コード	名称	操作
1	0001	ブロックA	指定
2	0001	ブロックA	変位
3	0002	ブロックB	結合
4	0003	ボルトC	指定
5	0003	ボルトC	変位
6	0001	ブロックA+B	
8	0003	ボルトC	結合

【図3】

図3

(A)

部位コード	結合	対象	種類	部位	主材	配筋	結合部材	結合状態	二次元要素	結合姿勢
A11	0003	ボルトC	C10	柱	鉄	OF	貫通	未結合	なし	自然姿勢
A20	0002	ブロッカB	B30	柱	鉄	ON	当接	未結合	なし	自然姿勢

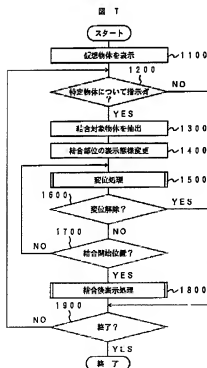
(B)

部位コード	結合	対象	種類	部位	主材	配筋	結合部材	結合状態	二次元要素	結合姿勢
B11	0003	ボルトC	C10	柱	鉄	OF	貫通	未結合	なし	自然姿勢
B30	0001	ブロッカA	A20	柱	鉄	ON	当接	未結合	なし	自然姿勢

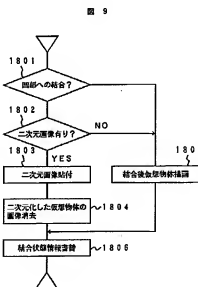
(C)

部位コード	結合	対象	種類	部位	主材	配筋	結合部材	結合状態	二次元要素	結合姿勢
C10	0001	ブロッカA+B	A11	柱	鉄	ON	結合	未結合	****	相対姿勢

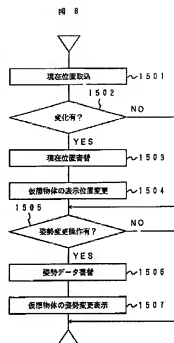
【図7】



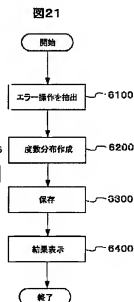
【図9】



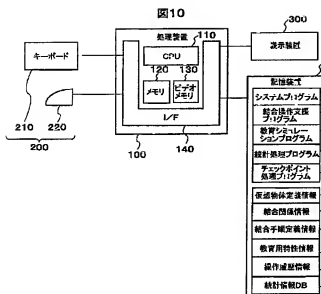
【図8】



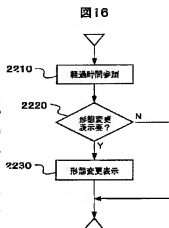
【図21】



【図10】



【図16】



【図11】

図11  
教育用特性情報 470

オブジェクト コード	作業上の 特性1	作業上の 特性2	時間特性1	時間特性2	重大ミス
0001	100kg超	—	—	—	0111と 混合
0002	50kg	変形 しやすい	—	—	—
0110	静電気	運動 感度	—	—	操作制 使用
0111	—	—	滑けやすい (5分)	—	—

【図12】

図12  
操作履歴情報 480

操作内容	実行内容	時 刻	操作者
開始	—	12:01:55	山田
A 指示	—	12:02:10	—
確認	—	12:03:55	—
変換(左→)	$(a_1, b_1) \rightarrow (a_2, b_2)$	:	—
変換(正解)	$(a_2, b_2) \rightarrow (a_3, b_3)$	:	—
未確認 (0110静電気)	—	:	—
終了	—	12:10:22	—
終了	—	12:15:33	山田

【図13】

図13

491a 作業時間分布表	491b 作業時間分布表
作業時間	頻度

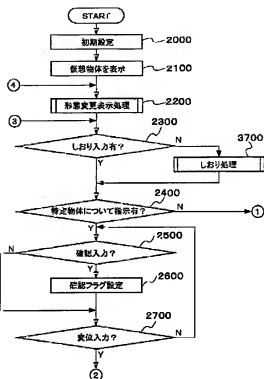
(A)

492a エラー頻度分布表	492b エラー頻度分布表
エラー種別	頻度

(B)

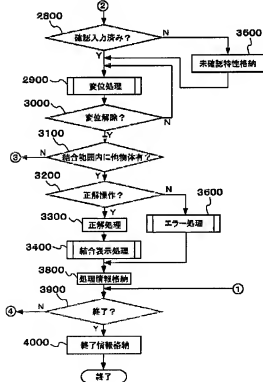
【図14】

図14



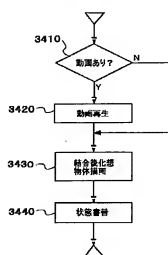
【図15】

図15



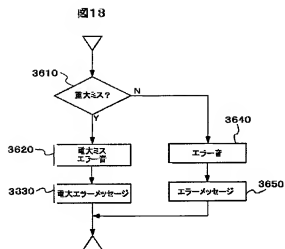
【図17】

図17

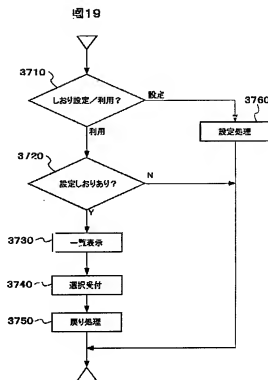




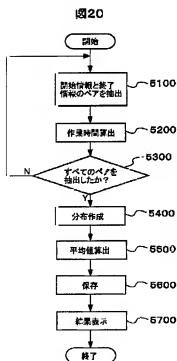
【図18】



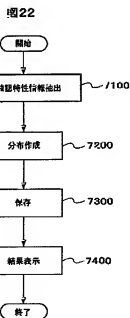
【図19】



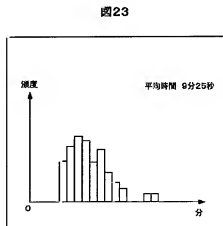
【図20】



【図22】

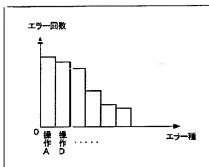


【図23】



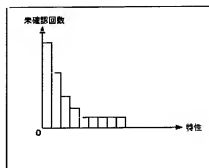
【図24】

図24



【図25】

図25



フロントページの続き

(72)発明者 山岸 令和  
神奈川県横浜市戸塚区品濃町504番地2  
日立電子サービス株式会社内

(72)発明者 武貞 睦治  
神奈川県横浜市戸塚区品濃町504番地2  
日立電子サービス株式会社内